

cited in ISR

=> [s de4305251/pn
L1 1 DE4305251/PN]

=> [d ab

L1 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2003 THOMSON DERWENT on STN
AB DE 4305251 C UPAB: 19940608

The non-uniformity reduction method for the signal responses provided by individual elements of an IR detector subjects each detector element in sequence to two reference input radiation values, the differences between the corresponding output voltages (U1, U2) being stored.

During the scanning phase the actual output voltage of each detector element is compared with one of the reference output voltages and divided by the stored reference voltage value difference, or multiplied by the reciprocal of this difference.

ADVANTAGE - Ensures high uniformity of IR detector element signals even when response appears within wide dynamic range.
Dwg.3/3



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 43 05 251 C 1

⑤① Int. Cl.⁵:
H 04 N 5/217
H 04 N 5/33

⑳ Aktenzeichen: P 43 05 251.7-31
㉔ Anmeldetag: 20. 2. 93
㉔③ Offenlegungstag: —
㉔⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 5. 94

*cited in
Int. Search
Report*

DE 43 05 251 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Eltro GmbH, Gesellschaft für Strahlungstechnik,
69123 Heidelberg, DE

⑦② Erfinder:

Köhler, Ludwig, Dipl.-Ing., 6909 Walldorf, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

US 50 47 861

⑤④ Verfahren und Schaltungsanordnung zum Verringern der Nichtuniformität von Signalantworten bei einzelnen IR-Detektorelementen

- ⑤⑦ Verfahren zum Verringern der Nichtuniformität von Signalantworten einzelner Elemente einer IR-Detektoranordnung von Wärmebildgeräten, mit denen Signale einer Szene aufgenommen werden. Das Verfahren reduziert die Nichtuniformität ohne eine extra ausgeführte Messung und/bzw. Berechnung von Strahlungsleistungen, Responsivitäten oder Offsetwerten und zwar auch dann, wenn die Signale innerhalb eines großen Dynamikbereichs auftreten. Dies erreicht man dadurch, daß

- a) jedes einzelne Detektorelement i, j etc. nacheinander mindestens mit den beiden Referenzleistungen ϕ_1 und ϕ_2 beaufschlagt wird,
b) in der Referenzphase für die entsprechenden Ausgangssignale mindestens der Referenzwert U_1 und U_2 gemessen sowie zusammen mit der Differenz dieser Werte abgespeichert wird,
c) in der aktuellen Abtastphase die Differenz des aktuellen Wertes U eines jeden einzelnen Detektorelementes i, j etc. und des abgespeicherten und aufgerufenen Referenzwertes U_1 oder U_2 gebildet wird und
d) das Ergebnis entweder durch die Differenz der Referenzwerte dividiert oder bedarfsweise auch mit dem Reziprokwert

$$\frac{1}{(U_2 - U_1)}$$

multipliziert wird.

DE 43 05 251 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Verringern der Nichtuniformität von Signalantworten bei einzelnen Elementen einer IR-Detektoranordnung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie auf eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Durch die US 5 047 861 ist ein solches Verfahren bekannt, bei dem der Sensor zwei verschiedenen Intensitäten ausgesetzt wird und aus den dabei erhaltenen Ausgangssignalen werden für die Offset- und die Linearitätskorrektur für jeden Bildpunkt die entsprechenden Korrekturwerte ermittelt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in dem Ziel, die an sich bekannte Verringerungsmöglichkeit der Nichtuniformität einzelner Signalantworten bei verschiedenen Elementen einer IR-Detektoranordnung noch zu vereinfachen und zu verkürzen, und zwar auch dann, wenn die Signalantwort innerhalb eines großen Dynamikbereichs auftreten. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichnungsteil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Von Vorteil ist hierbei, daß die Verfahrensschritte, mit denen bisher in der Referenzphase die unbekannte Responsivität R und der unbekannte Offset-Wert U_0 ermittelt werden mußten, entfallen können. Des weiteren benötigt man nicht mehr die exakte Kenntnis der Referenzstrahlungsleistungen Φ_1 und Φ_2 bzw. deren Differenz $\Phi_2 - \Phi_1$. Dies wiederum gereicht vor allem dann zum Vorteil, wenn eine sehr hohe Genauigkeit oder — mit anderen Worten — eine sehr gute Uniformität der einzelnen Detektorsignale gefordert wird. In einem solchen Fall kann daher auf ein hochgenaues Meßgerät zur Ermittlung von Referenzstrahlungsleistungen verzichtet werden.

Auch die Unteransprüche enthalten Weiterbildungen der Erfindung.

Im folgenden werden an Hand einer Zeichnung Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert, wobei die in den einzelnen Figuren einander entsprechenden Teile dieselben Bezugszeichen aufweisen. Es zeigt

Fig. 1 unterschiedliche Kennlinien $U_i(\Phi)$ und $U_j(\Phi)$ zweier beliebiger Elemente i und j einer IR-Detektoranordnung mit mehreren ihren bei großem Φ Bereich (hohe Dynamik) gekrümmten Verlauf annähernden Geraden.

Fig. 2 zwei Annäherungsgeraden $U_{iG}(\Phi)$ bzw. $U_{jG}(\Phi)$ an die Kennlinie $U_i(\Phi)$ bzw. $U_j(\Phi)$ des entsprechenden Detektorkanals sowie die auf eine gemeinsame Gerade transformierten einzelnen Geraden der zugehörigen Elemente, einmal mit (3) und einmal ohne Offsetwert (4),

Fig. 3 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem der Steigungs-Korrekturfaktor K in der aktuellen Phase eingefügt wird.

Es ist bekannt, daß die Signalantwort verschiedener Elemente einer IR-Detektoranordnung einschließlich der zugehörigen Signalprozessoren bei gleicher Eingangsstrahlung sehr unterschiedlich ausfallen kann. Dadurch wird es zuweilen möglich, daß bei einer Signalauswertung, die verschiedene Signale miteinander vergleicht, Fehlinterpretationen auftreten.

Die Kennlinie eines einzelnen aus Detektorelement und zugehörigem Signalprozessor bestehenden Detektorkanals, beispielsweise mit der Bezeichnung i , also der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal U_i des Kanals i und der Eingangsstrahlungsleistung Φ , läßt sich im allgemeinen durch folgende nichtlineare Funktion wiedergeben:

$$U_i = U_i(\Phi)$$

Sie wird um so besser durch eine Gerade $U_{iG}(\Phi)$ angenähert, je kleiner der Dynamikbereich von Φ ist. Die Methode beruht auf der Annahme, daß die nichtlineare Gesamtkennlinie (z. B. $U_i(\Phi)$ oder $U_j(\Phi)$ in Fig. 1) durch eine oder mehrere Geraden genügend genau approximiert werden kann. Für eine beliebige Annäherungsgerade gilt die lineare Gleichung

$$U_G(\phi) = R \phi + U_0 \quad (1)$$

mit

R = unbekannte Responsivität (Empfindlichkeit) eines Detektorkanals im entsprechenden Φ -Bereich.

U_0 = unbekannter Offsetwert (= Wert der Geraden bei $\Phi = 0$)

In Fig. 2 sind zwei solche Geraden $U_{iG}(\Phi)$ und $U_{jG}(\Phi)$ gezeichnet, wobei die Indizes i und j zwei beliebige Elemente aus der Gesamtheit der Detektorelemente repräsentieren, aus denen die IR-Detektoranordnung besteht. Um nun eine Gleichheit aller Detektorkanal-Ausgangssignale bei einer bestimmten Eingangsstrahlungsleistung Φ zu erreichen, ist es notwendig, alle Geraden auf eine gemeinsame Gerade zu transformieren. Diese kann noch einen gemeinsamen Offsetwert besitzen, wie ihn die Gerade 3 in Fig. 2 wiedergibt, oder auch, was anzustreben ist, keinen Offsetwert enthalten, was die Gerade 4 in Fig. 2 darstellt. Um diese Transformation durchzuführen, ist die sogenannte Zweipunktkorrektur anzuwenden, die an sich Stand der Technik ist, zum besseren Verständnis aber nachfolgend kurz umrissen werden soll:

Bei der Zweipunktkorrektur wird nacheinander jedes einzelne Detektorelement mit den Referenzstrahlungsleistungen Φ_1 und Φ_2 beaufschlagt. Läßt man zur Vereinfachung in Gl. (1) den Index G weg, der dort nur darauf hinweisen sollte, daß alle Kennlinien durch Geraden angenähert werden, so folgt aus ihr für die entsprechenden

Ausgangssignale, die in der Referenzphase gemessen werden:

$$U_1 = \mathfrak{R} \phi_1 + U_0 \quad (1.1)$$

$$U_2 = \mathfrak{R} \phi_2 + U_0 \quad (1.2)$$

Hieraus folgt:

$$\mathfrak{R} = \frac{U_2 - U_1}{\phi_2 - \phi_1} \quad (2)$$

$$U_0 = U_1 - \frac{U_2 - U_1}{\phi_2 - \phi_1} \quad (3)$$

Diese Gleichungen gelten individuell für jedes Detektorelement i, j etc. Während in den Gln. (1.1) bis (5.6) die Indizes zur Vereinfachung weggelassen wurden, wurden die entsprechenden Größen in Fig. 2 zur besseren Unterscheidung zusätzlich mit den Indizes i bzw. j versehen.

Die in der Referenzphase für jedes einzelne Detektorelement berechneten Werte von \mathfrak{R} und U_0 werden abgespeichert, damit mit ihrer Hilfe in der aktuellen Phase die folgende Korrektur an der Gleichung (1) durchgeführt werden kann. Abzug von U_0 in (4.1) ergibt (4.2) und anschließende Division durch \mathfrak{R} ergibt (4.3):

$$U = \mathfrak{R} \phi + U_0 \quad | \quad -U_0 \quad (4.1)$$

$$U - U_0 = \mathfrak{R} \phi \quad | \quad \cdot 1/\mathfrak{R} \quad (4.2)$$

$$\frac{U - U_0}{\mathfrak{R}} = \phi \quad (4.3)$$

Gleichung (4.3) stellt die korrigierte Gerade dar, in die sämtliche individuellen Geraden überführt werden. Die rechte Seite von (4.3) zeigt, daß der korrigierte Wert nur von der Strahlungsleistung Φ , dagegen nicht von den individuellen Größen \mathfrak{R} und U_0 abhängt.

Diese für sich genommen bekannte Methode ist vergleichsweise aufwendig, weil die Werte \mathfrak{R} und U_0 in jeder Referenzphase nach den Gleichungen (2) und (3) neu berechnet werden müssen. Auch wird mit diesen Werten in der aktuellen Phase — wenn die Szene einer ständigen Abtastung unterliegt — ein weiterer Rechengang gemäß den Gleichungen (4.1) und (4.2) erforderlich. Diesen Rechengang zu verkürzen, ist vor allem bei solchen Systemen von Vorteil, bei denen die Referenzphase ständig in den kurzen Pausen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Szenen-Abtastzyklen durchgeführt werden soll. Letzteres ist deswegen günstig, weil bei eventuellen kurzfristig auftretenden Instabilitäten von \mathfrak{R} und U_0 oder auch bei im Laufe einer längeren Lebensdauer auftretenden Alterungserscheinungen keine erneute Labor-Referenzphase vorgesehen werden muß.

Bis zur Gl. (4.3) handelt es sich um aus der Praxis bekannten Stand der Technik, der hier zum besseren Verständnis des Erfindungsgedankens eingefügt wurde. Letzterer wird im folgenden hergeleitet und bezieht sich auf die Verkürzung des Rechenganges.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 sieht in der Referenzphase für jeden Detektorkanal ebenfalls die Messung zweier Referenzwerte U_1 und U_2 jedes Elementes gemäß den Gleichungen (1.1) und (1.2) vor. In der Referenzphase werden aber nur die Werte U_1 (oder U_2) zusammen mit den Differenzen $U_2 - U_1$ gespeichert, dagegen unterbleibt die Berechnung und Speicherung der Werte \mathfrak{R} und U_0 jedes Elementes gemäß Gl. (2) und (3). In der aktuellen Phase werden die Differenz $U - U_1$ (oder $U - U_2$) des aktuellen Signals U jedes Elementes sowie des gespeicherten und zur gegebenen Zeit aufgerufenen Referenzwertes U_1 (oder U_2) gebildet und alsdann die Division durch die Differenz $U_2 - U_1$ durchgeführt. Auch die hierzu äquivalente Multiplikation mit dem Reziprokwert

$$\frac{1}{U_2 - U_1}$$

ist möglich. (Die in Klammern angedeutete Alternative wird im folgenden nicht mehr erwähnt).

Die drei Gleichungen

$$\frac{U-U_1}{U_2-U_1} = \frac{\Re\phi + U_0 - (\Re\phi_1 + U_0)}{\Re\phi_2 + U_0 - (\Re\phi_1 + U_0)} \quad (5.1)$$

$$= \frac{(\phi - \phi_1)}{(\phi_2 - \phi_1)} \quad (5.2)$$

$$= \frac{1}{\phi_2 - \phi_1} \phi - \frac{\phi_1}{\phi_2 - \phi_1} \quad (5.3)$$

zeigen:

- links des Gleichheitszeichens von (5.1) die soeben vorstehend beschriebene Prozedur,
- rechts des Gleichheitszeichens von (5.1) das hierdurch bewirkte ausführliche Ergebnis (noch ohne eine mathematische Vereinfachung),
- rechts des Gleichheitszeichens von (5.2) eine durch die Differenzbildung der Summanden U_0 und das Kürzen der Faktoren \Re vereinfachte Form sowie
- rechts des Gleichheitszeichens von (5.3) die aus (5.2) folgende, in eine übersichtliche Form gebrachte Gleichung der korrigierten Geraden, auf die sämtliche individuellen Geraden überführt werden.

Man erkennt, daß alle individuellen Geraden der einzelnen mit dem Index i oder j etc. gekennzeichneten Elemente, für die jeweils

$$\begin{aligned} U &= U_i \quad \text{oder} \quad U_j \\ U_1 &= U_{1,i} \quad \text{oder} \quad U_{1,j} \\ U_2 &= U_{2,i} \quad \text{oder} \quad U_{2,j} \\ \Re &= \Re_i \quad \text{oder} \quad \Re_j \\ U_0 &= U_{0,i} \quad \text{oder} \quad U_{0,j} \end{aligned}$$

etc. zu setzen ist, sich auf die eine Gleichung (5.3) reduzieren, weil nämlich $\Re = \Re_i$ und $U_0 = U_{0,i}$ oder $\Re = \Re_j$ und $U_0 = U_{0,j}$ etc. jeweils herausfallen. Um die Steigung der korrigierten Geraden und damit die Empfindlichkeit der korrigierten Detektoranordnung bei Bedarf beliebig beeinflussen zu können, kann man die Prozedur, das heißt genauer die linke Seite von (5.1), noch dahingehend erweitern, daß man den Steigungs-Korrekturfaktor K multiplikativ einfügt. Dies kann dadurch geschehen, daß man z. B. bereits in der Referenzphase den Faktor

$$\frac{K}{U_2 - U_1}$$

abspeichert und dann in der aktuellen Phase die Differenz $U - U_1$ mit diesem multipliziert:

$$(U - U_1) \cdot \frac{K}{U_2 - U_1} \cdot$$

Die Multiplikation von

$$\frac{U - U_1}{U_2 - U_1}$$

mit K kann aber auch erst in der aktuellen Phase an geeigneter Stelle vorgenommen werden. Der Faktor K ist selbstverständlich für alle Elemente gleich. Die Kombination der linken Seite von (5.1) und der rechten Seite (5.3), multipliziert mit K , geht dann über in

$$\frac{U-U_1}{U_2-U_1} \cdot K = \frac{K}{\phi_2-\phi_1} \phi - \frac{K \phi_1}{\phi_2-\phi_1} \quad (5.4)$$

Diese allen Elementen — nach der Korrektur — gemeinsame Gerade besitzt noch den zunächst unbekannten Offset

$$- \frac{K \phi_1}{\phi_2-\phi_1}$$

siehe Gerade 3 in Fig. 2. Da er für alle Elemente gleichermaßen gilt, braucht er nicht eliminiert zu werden, wenn es nur darauf ankommt, durch die Korrektur uniforme Ausgangssignale der einzelnen Elemente zu erzeugen. In den Fällen, bei denen es auf möglichst exakte Meßwerte der Eingangsstrahlung ankommt, kann eine Messung an einem beliebigen Element mit möglichst gegen Null gehendem Φ -Wert vorgenommen werden, wobei sich im Idealfall ($\Phi = 0$) aus (5.4) der folgende Wert für den Offset ergibt:

$$- \frac{K \phi_1}{\phi_2-\phi_1} = \frac{U(\phi=0)-U_1}{U_2-U_1}$$

Die Subtraktion des so bestimmten negativen Offsetwertes von Gleichung (5.4) führt zunächst zur Gleichung (5.5):

$$\frac{U-U_1}{U_2-U_1} K - \left(- \frac{K \phi_1}{\phi_2-\phi_1} \right) = \frac{K}{\phi_2-\phi_1} \phi - \frac{K \phi_1}{\phi_2-\phi_1} - \left(- \frac{K \phi_1}{\phi_2-\phi_1} \right) \quad (5.5)$$

Setzt man abkürzend die linke Seite von (5.5) gleich U_{kor} und den Steigungsfaktor vor Φ gleich K_{kor} , so kommt man zu der Gl. (5.6), die offensichtlich die Gleichung einer offsetfreien Geraden, der sog. Korrekturgeraden, darstellt:

$$U_{kor} = K_{kor} \phi \quad (5.6)$$

Siehe hierzu der Gerade 4 in Fig. 2.

In Fig. 3 ist das Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels gezeichnet, bei dem der vorstehend erwähnte Steigungs-Korrekturfaktor K in der aktuellen Phase eingefügt wird. Bei seiner Einfügung innerhalb der Referenzphase ist vor dem Speicher 10 in einem zusätzlichen Block der Faktor

$$\frac{K}{U_2-U_1}$$

zu bilden, bevor er in diesem Speicher 10 abgespeichert wird. Der Divisionsblock 12 ist hierbei ersatzlos zu streichen und der Ausgang von Speicher 10 an den mit K bezeichneten Eingang des MPL-Blockes 13 zu legen.

In dem gezeichneten Blockschaltbild wird während der Referenzphase, bei der der Schalter 5 am Kontakt RPh anliegt, im Zeitraum t_1 , bei dem der Schalter 6 am Kontakt t_1 anliegt, das Referenzsignal U_1 gewonnen und im Speicher 7 abgespeichert. Entsprechend wird U_2 im Zeitraum t_2 gemessen und im Speicher 8 abgespeichert. Der DIFF(RPh)-Block 9 bildet die Differenz U_2-U_1 , die im Speicher 10 gespeichert wird. In der aktuellen Phase APH werden in den entsprechenden Funktionsblöcken folgende Terme der Gleichung (5.5) gebildet:

Im DIFF(APH)-Block 11 die Differenz $U - U_1$

5 Im DIV-Block 12 der Quotient $\frac{U - U_1}{U_2 - U_1}$

10 Im MPL-Block 13 das Produkt $\frac{U - U_1}{U_2 - U_1} \cdot K$

15 Im SUB-Block 14 der Term $\frac{U - U_1}{U_2 - U_1} \cdot K + \frac{K \phi_1}{\phi_2 - \phi_1}$

20 Unter dieser Berücksichtigung resultiert am Ausgang das korrigierte Signal der Gleichung (5.6) $U_{kor} = \Phi$. Der Offset-Term

25
$$- \frac{K \phi_1}{\phi_2 - \phi_1}$$

wird während einer Messung in der Laborphase t_0 gewonnen, bei der der Schalter 16 am Kontakt t_0 liegt und bei der die Eingangsstrahlung möglichst klein gemacht wird, $\Phi \approx 0$, und anschließend im Speicher 15 abgelegt.

Die beschriebene Korrekturmethode basiert — wie weiter vorne erwähnt — auf der Voraussetzung, daß die einzelnen Detektorkennlinien durch je eine Gerade angenähert werden können. Dies ist in der Praxis oft nicht der Fall, insbesondere dann nicht, wenn ein großer Dynamikbereich der Eingangsstrahlung Φ ausgenutzt werden soll, wie dies in Fig. 1 angedeutet ist, wobei das Verhältnis Φ_{max}/Φ_{min} z. B. zwischen 1000 und 10 000 liegen kann.

Der erfindungsgemäße Vorschlag geht dahin, die Gesamtkennlinie durch genügend viele Teilgeraden anzunähern. Anstelle der erwähnten zwei Referenzwerte Φ_1 und Φ_2 der Eingangsstrahlung müssen nun weitere Referenzwerte Φ_3, Φ_4, Φ_5 etc. vorgegeben und die zugehörigen Referenzgangssignale U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 etc. aufgenommen und abgespeichert werden, wobei je ein Paar die entsprechende Teilgerade bestimmt. Die Korrekturmethode pro Teilgerade bleibt die gleiche — wie vorstehend beschrieben.

Nun besteht noch die Notwendigkeit, bei einem beliebigen unbekannten Wert Φ der Eingangsstrahlung das richtige Wertpaar (U_1, U_2) bzw. (U_2, U_3) etc., das die Teilgerade 1 bzw. die Teilgerade 2 etc. bestimmt, aus dem entsprechenden Speicher abzurufen. Da die einzelnen Detektorelemente verschiedene Kennlinien haben, also z. B. $U_{1,i}(\Phi_1) \neq U_{1,j}(\Phi_1)$ und $U_{2,i}(\Phi_2) \neq U_{2,j}(\Phi_2)$ etc. sind, genügt es nicht, für einen Φ -Teilbereich (Φ_1, Φ_2) bzw. (Φ_2, Φ_3) etc. jeweils nur einen U_1 - bzw. U_2 -Wert (etc.) für den Bereich der Teilgeraden 1 (etc.) als Vergleichswerte für alle Detektorelemente festzulegen, um festzustellen, zu welchem Teilbereich der aktuelle U -Wert gehört. Würde man nämlich z. B. für alle Detektorelemente für $U_1 = U_{1,j}$ und für $U_2 = U_{2,j}$ willkürlich festgelegt haben, so könnte es vorkommen, daß für den aktuellen Eingangspegel Φ_a , der z. B. zwischen Φ_1 und Φ_2 liegt (Fig. 1), für das Detektorelement i ein Wert $U_i(\Phi_a)$ resultiert, der zwischen $U_{2,j}$ und $U_{3,j}$ liegt, welche bei der oben angenommenen Festlegung den Teilbereich 2 bestimmen würden. Folglich würde der Wert $U_i(\Phi_a)$ der Teilgeraden 2 des Elementes i zugeordnet werden, obwohl er eigentlich der Teilgeraden 1 angehört, weil eben Φ_a zwischen Φ_1 und Φ_2 liegt. Für das Element j dagegen wird der Meßwert $U_j(\Phi_a)$, der zwischen $U_{1,j}$ und $U_{2,j}$ liegt, richtigerweise der Teilgeraden 1 des Elementes j zugeordnet. Entsprechende Überlegungen gelten, wenn Φ_a zwischen den anderen Teilbereichen (Φ_2, Φ_3), (Φ_3, Φ_4) etc. liegt.

Gemäß dem Erfindungsgedanken wird daher vorgeschlagen, nicht gemeinsame Schwellwerte U_1, U_2, U_3 etc. zu benutzen, sondern individuelle Schwellwertepaare ($U_{1,i}, U_{2,i}$), ($U_{2,i}, U_{3,i}$) etc. für das Element i , ($U_{1,j}, U_{2,j}$), ($U_{2,j}, U_{3,j}$) etc. für das Element j zu verwenden. Für alle anderen Elemente gilt Entsprechendes. Diese Werte werden bei der Referenzmessung ohnehin aufgenommen und in den Speichern 7 und 8 (Fig. 3) in individuellen Speicherbereichen abgespeichert. Es sind dann nur noch die aktuellen Werte $U_i(\Phi_a)$, $U_j(\Phi_a)$ etc. als Adresse für die entsprechenden Speicherbereiche mit Hilfe der Adressenauswahl 17 für diese Speicher zu verwenden, um das richtige Schwellwertpaar (Vergleichswertpaar) für den vorgeschlagenen Korrekturvorgang abzurufen.

60 Patentansprüche

1. Verfahren zum Verringern der Nichtuniformität von Signalantworten bei einzelnen Elementen einer IR-Detektoranordnung von Wärmebildgeräten, mit denen Signale einer Szene zwecks optoelektronischer Umwandlung aufgenommen werden, dadurch gekennzeichnet, daß

- 65 a) jedes einzelne Detektorelemente i, j etc. nacheinander mindestens mit den beiden Referenzleistungen Φ_1 und Φ_2 beaufschlagt wird,
 b) in der Referenzphase für die entsprechenden Ausgangssignale mindestens die Referenzwerte $U_1 = \Phi_1 + U_0$ und $U_2 = \Phi_2 + U_0$ gemessen sowie zusammen mit der Differenz dieser Werte $U_2 - U_1$

abgespeichert werden,

c) in der aktuellen Abtastphase die Differenz des aktuellen Wertes U eines jeden einzelnen Detektorelementes i, j etc. und des abgespeicherten und zur gegebenen Zeit aufgerufenen Referenzwertes U₁ oder U₂ gebildet wird und

d) das Ergebnis entweder durch die Differenz der Referenzwerte (U₂ - U₁) dividiert oder bedarfsweise auch mit dem Reziprokwert der Referenzwerte

$$\frac{1}{(U_2 - U_1)}$$

multipliziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ergebnis aus der Differenz des aktuellen Wertes U und des Referenzwertes U₁ (oder U₂) geteilt durch die Differenz der Referenzwerte, also insgesamt der Quotient

$$\frac{U - U_1}{U_2 - U_1},$$

mit einem Steigungskorrekturfaktor K multipliziert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Faktor

$$\frac{K}{(U_2 - U_1)}$$

in der Referenzphase abgespeichert und in der aktuellen Phase mit der Differenz aus aktuellem Wert und Referenzwert, (U - U₁), multipliziert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Quotient

$$\frac{U - U_1}{U_2 - U_1}$$

erst in der aktuellen Phase an geeigneter Stelle mit dem Steigungskorrekturfaktor K multipliziert wird.

5. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

a) für ein Ersetzen der Gesamtkennlinie der IR-Detektoranordnung durch eine Anzahl von dem Verlauf der Gesamtkennlinie angenäherten Teilgeraden zusätzlich zu den Referenzleistungen Φ₁ und Φ₂ weitere Referenzleistungen Φ₃, Φ₄, Φ₅ etc. mit den zugehörigen Ausgangssignalen U_{1,i}, U_{2,i}, U_{3,i}, U_{4,i}, U_{5,i} etc. bzw. U_{1,j}, U_{2,j}, U_{3,j}, U_{4,j}, U_{5,j} etc. für die Elemente i und j und entsprechenden Ausgangssignalen für die übrigen Elemente gemessen und abgespeichert werden,

b) für einen beliebigen unbekannten aktuellen Leistungswert Φ der Eingangsstrahlung zur Korrektur des zugehörigen Ausgangswertes U_i, U_j etc. des Elementes i, j etc. das richtige Wertepaar (U_{1,i}, U_{2,i}) oder (U_{2,j}, U_{3,j}) etc. für Element j etc. abgerufen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß für ein Abrufen des richtigen Schwellwertpaares der aktuelle Wert U_i(Φ_a), U_j(Φ_a) etc. als Adresse für die entsprechenden Speicherbereiche der Speicher 7 und 8 verwendet wird.

7. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Berücksichtigung eines Steigungs-Korrekturfaktors K innerhalb der aktuellen Phase

a) in Stellung "Referenzphase RPh" eines ersten Schalters (5) das Referenzsignal U₁ (oder U₂) im Zeitraum t₁ (bzw. t₂) gemessen und mittels eines zweiten Schalters (6) im Speicher (7) bzw. (8) abgelegt wird,

b) im Funktionsblock (9) die Differenz der Referenzwerte (U₂ - U₁) gebildet und in einen dritten Speicher (10) geleitet wird,

c) in Stellung "Aktuelle Phase APh" von Schalter (5) in den seriell geschalteten Funktionsblöcken (11 bis 14) in der genannten Reihenfolge die Differenz (U - U₁), der Quotient

$$\frac{U - U_1}{U_2 - U_1},$$

das Produkt

$$\frac{U-U_1}{U_2-U_1} \cdot K$$

und der Term

$$\frac{U-U_1}{U_2-U_1} \cdot K + \frac{K \phi_1}{\phi_2-\phi_1}$$

gebildet werden und

d) am Ausgang des letzten Funktionsblockes (14) das korrigierte Signal $U_{kor} = K_{cor} \Phi$ ansteht.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der während einer Laborphase t_0 bei möglichst kleiner Eingangsstrahlung Φ gewonnene und am Ausgang des Funktionsblockes 13 anstehende Offsetterm

$$- \frac{K \phi_1}{\phi_2-\phi_1}$$

in einem vierten Speicher (15) gespeichert wird.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingang des vierten Speichers (15) mittels eines weiteren Schalters (16) bedarfsweise an den Ausgang des Blockes (13) an- oder abgekoppelt werden kann und sein Ausgang an einem zweiten Eingang des Blockes (14) liegt.

10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei Berücksichtigung eines Steigungs-Korrekturfaktors K innerhalb der Referenzphase unmittelbar vor dem dritten Speicher (10) ein den Quotienten

$$\frac{K}{U_2-U_1}$$

bildendes und ihn an diesen Speicher weiterleitendes elektronisches Glied geschaltet, der Divisionsblock (12) ersatzlos eliminiert und der Ausgang des Speichers (10) an den mit K bezeichneten Eingang des Multiplikationsblockes (13) gelegt ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

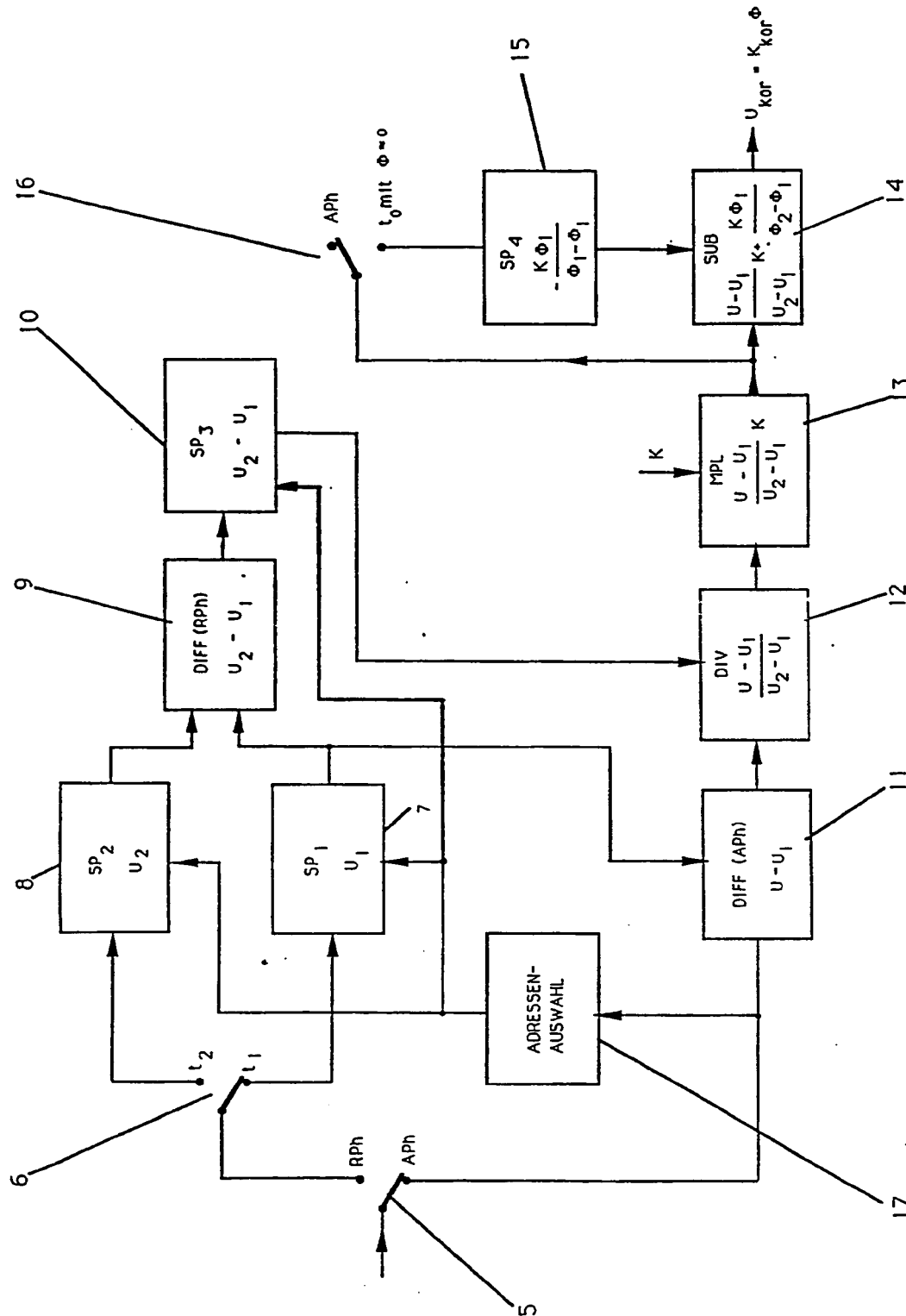


FIG. 3

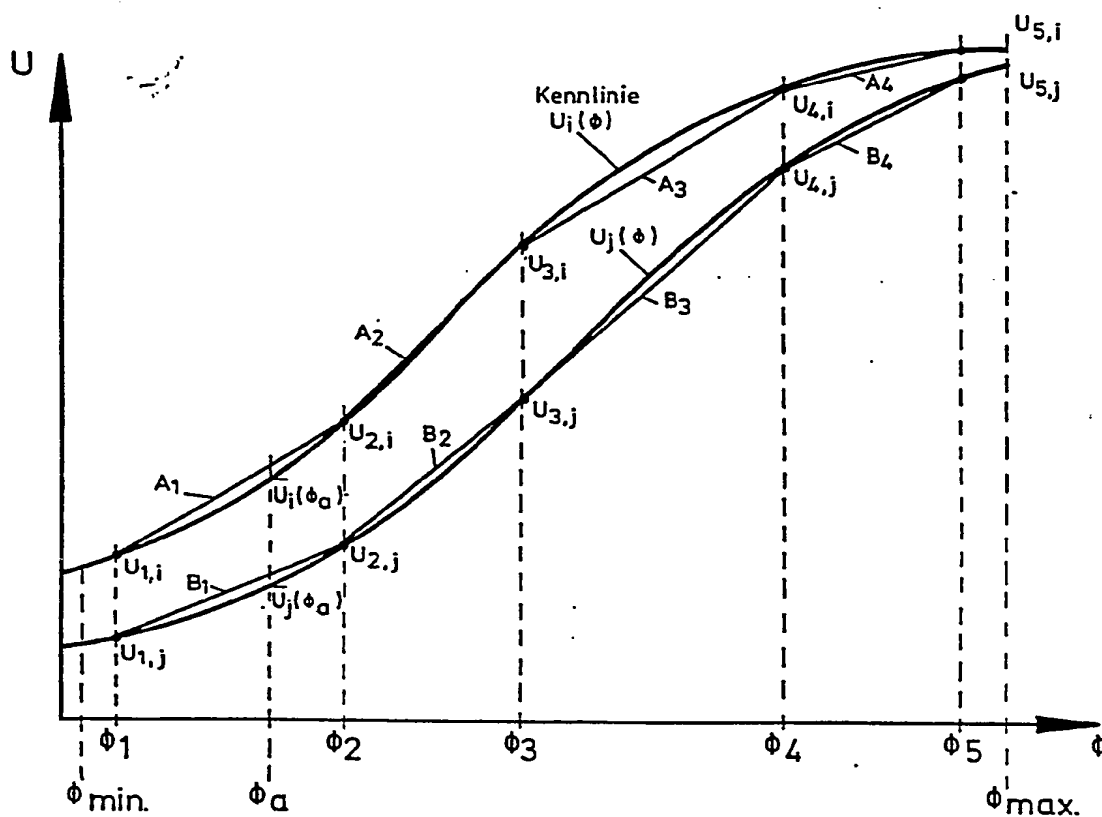


FIG. 1

A_1 bis A_4 = Teilgeraden 1 bis 4 des Elementes i

B_1 bis B_4 = Teilgeraden 1 bis 4 des Elementes j

